

10                    **Vorrichtung zum mehrstufigen Wärmeaustausch und  
Verfahren zur Herstellung einer derartigen Vorrichtung**

15                    Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum mehrstufigen Wärmeaustausch und ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Vorrichtung.

20                    Die Anforderungen an heutige Kühlungs- und Klimatisierungssysteme in Fahrzeugen nehmen stetig zu. Dies liegt einerseits daran, dass der Kühlungsbedarf insgesamt ansteigt, und andererseits an der notwendigen Verbesserung des Wirkungsgrades von Kühlsystemen, die immer weiter vorangetrieben wird. Die verbesserte Ausnutzung von Wärmequellen und Wärmesenken kann insbesondere in einem Gesamtkonzept zu einem höheren Nutzungsgrad und darüber zu einer Verringerung des Verbrauchs führen. In diesem Gesamtkonzept spielt die Gestaltung von Wärmetauschern eine zentrale Rolle.

30                    Kühl- und Heizkonzepte des heutigen Stands der Technik sehen in der Regel die einstufige Wärmeübertragung in Wärmetauschern vor. Dabei werden Fluide, wie z. B. Kühlmittel, Kältemittel, Öl, Abgas- oder Ladeluft gekühlt oder erwärmt. Normalerweise ist der mit einer einstufigen Temperierung erreichbare Wirkungsgrad limitiert. Um die Leistungsfähigkeit von Kühlkreisläufen zu verbessern, ist es daher in einigen Fällen sinnvoll, ein Fluid über zwei Stufen abzukühlen oder aufzuwärmen. Dies ist dann möglich, wenn neben dem zu

35

- 2 -

temperierenden Fluid zwei weitere Fluide zur Verfügung stehen, die auf zwei unterschiedlichen Temperaturniveaus liegen.

5      Nachteil der zweistufigen Temperierung von Fluiden ist in der Regel, dass der Einsatz von zwei konventionell hintereinandergeschalteten Wärmetauschern mit deutlich höheren Kosten sowie größerem Bauraumbedarf verbunden ist.

10      Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, bei dem die wenigstens zweistufige Kühlung oder Erwärmung eines Fluids kompakt und kostengünstig umgesetzt werden kann.

15      Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer solchen Vorrichtung ist Gegenstand des Anspruchs 20. Bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

20      Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Austausch von Wärme weist wenigstens drei Strömungseinrichtungen auf, welche von wenigstens einem strömungsfähigen Medium (Fluid) durchströmt werden. Nach der Durchströmung der einzelnen Strömungseinrichtungen können zumindest zwei der wenigstens drei Fluide auch im Wärmeübertrager gemischt und gemeinsam abgeführt werden.

25      Vorzugsweise wird in der ersten Strömungsbaugruppe der Kühlung oder Heizung der größere Anteil der Wärmeleistung übertragen, vorzugsweise über 60%, im Besonderen bis zu 70%. Unter strömungsfähigen Medien beziehungsweise Fluiden werden im Rahmen der Erfindung flüssige und/oder gasförmige Medien beliebiger Viskosität verstanden, wie insbesondere, aber  
30      nicht ausschließlich Öle, Flüssigkeiten, insbesondere hoher Verdampfungswärme, Wasser, Luft oder Gase sowie Kältemittel, die verdampfen oder kondensieren können. Die strömungsfähigen Medien können dabei auch Zusätze beispielsweise zur Korrosionshemmung enthalten.

- 3 -

Ferner weist die erfindungsgemäße Vorrichtung für wenigsten eine von im wesentlichen flüssigen Fluiden durchströmte Strömungseinrichtung wenigstens eine Fluidzufusseinrichtung, wenigstens eine Fluidsammel- und/oder -verteileinrichtung und wenigstens eine Fluidabflusseinrichtung auf.

5

Erfindungsgemäß sind wenigstens zwei Strömungsbaugruppen vorgesehen, mit wenigstens jeweils zwei Strömungselementen, welche derart angeordnet sind, dass letztere alternierend von verschiedenen Fluiden durchströmte werden. Weiterhin sind die zu einer von im wesentlichen flüssigen Fluiden durchströmten Strömungseinrichtung gehörigen Strömungselemente form- und/oder stoff- und/oder kraftschlüssig, im wesentlichen gas- und flüssigkeitsdicht mit wenigstens einer Fluidsammel- und/oder Verteileinrichtung verbunden.

10

15

Erfindungsgemäß liegen dabei die Hauptströmungsrichtungen aller Fluide in den Strömungselementen in zueinander im wesentlichen parallelen Ebenen. Ferner sind zwei Strömungsbaugruppen der erfindungsgemäßen Vorrichtung direkt form- und/oder stoff- und/oder kraftschlüssig und/oder über eine Fluidverteileinrichtung strömungsverbunden wenigstens bezüglich einer Strömungseinrichtung in Reihe geschaltet.

20

Unter einer Strömungseinrichtung wird dabei eine Einrichtung verstanden, durch welche ein flüssiges beziehungsweise gasförmiges Medium fließen beziehungsweise strömen kann und welche, im Falle der von im wesentlichen flüssigen Fluiden durchströmten Strömungseinrichtungen, im wesentlichen gas- und flüssigkeitsdicht gegen den sie umgebenden Raum abgegrenzt ist. Die Strömungseinrichtungen werden hierbei durch strömungsverbunden in Reihe und/oder parallel geschaltete Strömungselemente gebildet.

25

30

In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden diese Strömungselemente zumindest abschnittsweise von insbesondere, aber nicht ausschließlich, Hohlscheiben, Flachrohren, Platten und/oder Schichten gebildet. Unter Hohlscheiben, Platten oder Schichten werden dabei im wesentlichen gas- und flüssigkeitsdichte Hohlkörper mit Ein- und Auslassöffnungen verstanden, deren längen- und breitenmäßige Ausdehnung

35

- 4 -

deutlich größer als deren Höhe ist. Unter Flachrohren werden hierbei Rohre verstanden, die im Querschnitt eine lange Seite und eine gegenüber dieser langen Seite wesentlich kürzere Seite aufweisen.

5 Die Strömungselemente können einen oder mehrere Strömungskanäle für das hindurchfließende beziehungsweise -strömende Medium aufweisen. Sie können geradlinig verlaufen, jedoch auch mehrere gekrümmte Abschnitte aufweisen. Daneben können die Strömungselemente auch tordierte Abschnitte aufweisen, das heißt solche Abschnitte, in denen das Strömungselement in sich verdreht beziehungsweise verdrillt wird.

10 Unter einer Fluidverteil- und/oder -sammleinrichtung werden im Rahmen der Erfindung im Falle der von im wesentlichen flüssigen Fluiden durchströmten Strömungseinrichtungen im wesentlichen gas- und flüssigkeitsdichte Hohlkörper verstanden, in welchen Fluide strömen beziehungsweise fließen können und in welchen diese gesammelt werden. Gleichzeitig können diese Fluidverteil- und/oder -sammleinrichtungen jedoch auch dazu dienen, die jeweiligen Fluide auf mehrere Strömungselemente zu verteilen beziehungsweise aus verschiedenen Strömungselementen wieder zu sammeln.

20 Unter strömungsverbunden wird im Rahmen der Erfindung verstanden, dass ein Fluid zwischen den Strömungselementen, Fluidverteil- und/oder -sammleinrichtungen fließen beziehungsweise strömen kann. Unter im wesentlichen gas- und flüssigkeitsdicht wird insbesondere, aber nicht ausschließlich eine Unterteilung durch Trenneinrichtungen verstanden, so dass entlang bestimmter Richtungen der Strömungseinrichtungen, Strömungselemente, Fluidverteil- und/oder -sammleinrichtungen kein Fluid an der jeweiligen Trenneinrichtung vorbeifließen beziehungsweise -strömen kann.

30 Unter Strömungs- beziehungsweise Hauptströmungsrichtung eines Fluids wird die Richtung verstanden, welche das Fluid innerhalb einer Strömungseinrichtung, eines Strömungselements und/oder einer Fluidverteil- und/oder -sammleinrichtung vorzugsweise annimmt, wobei Richtungsänderungen des Fluids, die lokal begrenzt sind, außer Acht gelassen werden.

35

- 5 -

In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei den Fluidverteil- und/oder -sammleinrichtungen im weiteren Sinne um Sammel- und/oder Verteilungsrohre.

5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird wenigstens eine Fluidsammel- und/oder -verteilereinrichtung zumindest zum Teil aus längsseitig angeordneten Öffnungen in den Strömungselementen gebildet, wobei eine erste Anzahl einfache Öffnungen Fluidein- und -auslässe zu benachbarten Strömungselementen bilden und wobei um eine zweite Anzahl Öffnungen  
10 Dichteinrichtungen angeordnet sind, um im entsprechenden Strömungselement Durchlässe zu bilden, durch welche hierzu benachbarte Strömungselemente strömungsverbunden sind.

15 Unter der ersten Anzahl längsseitig angeordneter Öffnungen in Strömungselementen, vorzugsweise in Hohlscheiben, Platten oder Schichten werden im Rahmen der Erfindung, insbesondere, aber nicht ausschließlich, runde Ausstanzungen oder Bohrlöcher verstanden, die in den wesentlich längeren und breiteren Seiten der Strömungselemente vorgesehen sind.

20 Unter den Dichteinrichtungen um die zweite Anzahl längsseitig angeordneter Öffnungen in Strömungselementen, vorzugsweise in Hohlscheiben, Platten, oder Schichten werden im Rahmen der Erfindung, insbesondere, aber nicht ausschließlich, an das benachbarte Strömungselement stoff- und/oder form- und/oder kraftschlüssig angrenzende Ausprägungen im entsprechenden  
25 Strömungselement oder Dichtringe verstanden.

Bevorzugt sind in einzelnen Öffnungen Trennwände im wesentlichen gas- und flüssigkeitsdicht vorgesehen, wodurch eine bevorzugte Steuerung der Fluidverteilung durch, insbesondere, aber nicht ausschließlich, Übereinanderstapeln der gleichen plattenförmigen Strömungselemente ermöglicht wird.  
30

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind bevorzugt innerhalb der Strömungseinrichtung turbulenz erzeugende und/oder -erhöhende Formelemente vorgesehen, die insbesondere  
35 zur Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten zwischen den Fluiden der

- 6 -

verschiedenen Strömungseinrichtungen beitragen. Bevorzugt sind diese turbulenz erzeugenden oder -erhöhenden Formelemente einer Gruppe entnommen, welche insbesondere, aber nicht ausschließlich, Rippen, Stege, Noppen, Furchen, Einprägungen oder Ausfräsungen beinhaltet.

5

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die turbulenz erzeugenden und/oder -erhöhenden Formelemente in wenigstens einem und/oder zwischen wenigstens zwei Strömungselementen angeordnet. Ferner weist das Profil wenigstens eines Strömungselements bevorzugt turbulenz erzeugende und/oder -erhöhende Eigenschaften auf.

10

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind Turbulenzeinlagen vorgesehen, bevorzugt zur Einlage in wenigstens ein Strömungselement, insbesondere, aber nicht ausschließlich, in Hohl scheiben, Platten und/oder Schichten.

15

Unter Turbulenzeinlagen werden im Rahmen der Erfindung, insbesondere aber nicht ausschließlich, Bleche verstanden, die turbulenz erzeugende und/oder -erhöhende Formelemente wie z.B. Rippen, Stege, Noppen, Furchen, Einprägungen und/oder Ausfräsungen aufweisen und produktions vereinfachend in die Strömungselemente eingelegt werden, bevorzugt mit zu den Innenabmaßen der Strömungselemente korrespondierenden Außenabmaßen sowie zur den Verteileinrichtungen mit Dichtigkeitseinrichtung, insbesondere den Ausprägungen in den Strömungselementen korrespondierenden Ausstanzungen für die Durchlässe, durch welche benachbarte Strömungselemente strömungsverbunden sind.

20

25

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind wenigstens zwei von unterschiedlichen Fluiden durchströmte Strömungselemente längsseitig form- und/oder stoff- und/oder kraftschlüssig miteinander verbunden.

30

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind wenigstens zwei vom gleichen Fluid durchströmte Strömungselemente längsseitig über insbesondere, aber nicht ausschließlich, die dazwischen angeordneten beziehungs-

35

- 7 -

weise profileigenen turbulenzerzeugenden und/oder -erhöhenden Formelemente derart verbunden, dass wenigstens ein hierdurch zwischen diesen Strömungselementen entstehender Hohlraum ein Strömungselement für ein anderes Fluid bildet.

5

In einer weiteren Ausführungsform sind die Verbindungen der Strömungselemente einer Gruppe entnommen, die Lötverbindungen, Schweißverbindungen oder Klebeverbindungen enthält.

10

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist wenigstens zwischen zwei von unterschiedlichen Fluiden durchflossenen Strömungselementen wenigstens ein Dichtelement vorgesehen, das insbesondere, aber nicht ausschließlich, von fluidleeren Hohlelementen und/oder Trennelementen gebildet wird.

15

Bevorzugt ist wenigstens ein Dichtelement zwischen in Reihe gestalteten Strömungsbaugruppen angeordnet.

20

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist wenigstens eines der Dichtelemente, insbesondere, aber nicht ausschließlich, ein fluidleeres Hohlelement, eine Dichtigkeitskontrollöffnung auf. Diese erweist sich insbesondere während der Herstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung von Vorteil. Denn werden dann die einzelnen Strömungseinrichtungen zunächst einzeln mit ihren jeweiligen Fluiden gefüllt und sollte sich die jeweilige Strömungseinrichtung durch beispielsweise einen Fehler im Herstellungsprozess als undicht erweisen, besteht die Möglichkeit, dass sich das austretende Fluid in dem zunächst fluidleeren Hohl- oder auch Blindelement sammelt und durch seinen Austritt an der Dichtigkeitskontrollöffnung die Undichtigkeit nachweist.

25

30

Das Verfahren, zunächst jede einzelne Strömungseinrichtung mit ihrem entsprechenden Fluid zu befüllen, ermöglicht es jedoch auch, durch den Übertritt des jeweils befüllten Fluids in eine zweite Strömungseinrichtung die erfindungsgemäße Gas- und Flüssigkeitsdichtigkeit der verschiedenen Strömungseinrichtungen gegeneinander zu überprüfen.

35

- 8 -

5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist wenigstens eines der Dichtelemente wenigstens einen Dichtigkeitssensor auf, der im Falle eines Fluidaustritts aus einer der Strömungseinrichtungen bewirkt, dass ein physisch wahrnehmbares Signal ausgegeben wird.

10 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind wenigstens zwei Strömungsbaugruppen in im wesentlichen thermisch isolierender Weise voneinander getrennt, beispielsweise durch lediglich räumlich beabstandete Anordnung, und/oder aber auch durch insbesondere dazwischen angeordnete flu-  
idleere Hohlelemente.

15 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind innerhalb wenigstens eines Strömungselements Formelemente vorgesehen, welche zumindest abschnittsweise die Hauptströmungsrichtung des im Strömungselement strömenden Fluids ändern.

20 In einer weiteren Ausführungsform wird wenigstens einer Strömungseinrichtung über wenigstens eine weitere Zuflusseinrichtung ein Fluid, insbesondere, aber nicht ausschließlich, ein solches, welches dem Fluid in dieser Strömungseinrichtung entspricht, beigemischt.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt die erfindungsgemäße Reihenschaltung von wenigstens zwei Strömungsbaugruppen bezüglich wenigstens einer Strömungseinrichtung derart, dass die Temperaturgradienten des Fluids dieser Strömungseinrichtung entlang des Strömungswegs dieses Fluids von der Fluidzuflusseinrichtung zur Fluidabflusseinrichtung dieser Strömungseinrichtung jeweils in bezug auf die anderen, die Strömungsbaugruppen der Strömungsbaugruppenreihenschaltung durchströmenden Fluide  
30 betragsmäßig im wesentlichen immer kleiner werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt eine Mischung von Fluiden im Wärmetauscher, wobei unterschiedliche Anteile des Gesamtfluids unterschiedliche Strömungselemente durchströmen können.



Eine weitere bevorzugte Ausführungsform erlaubt eine Trennung eines Fluids im Wärmetauscher, wobei unterschiedliche Anteile des aufgeteilten Fluids unterschiedliche Strömungselemente durchströmen können.

5

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt der Wärmeaustausch in einzelnen Strömungsbaugruppen über Kondensation oder Verdampfung eines Fluids.

10

In weiteren bevorzugten Ausführungsformen können die einzelnen Strömungsbaugruppen als Kreuz-, Gegen- oder Gleichstromwärmetauscheinheiten betrieben werden.

15

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Wärmeübertrager Teil eines Kühlkreislaufs und die Versorgung der einzelnen Strömungsbaugruppen mit dem Fluid erfolgt über einen weiteren Nieder- und/oder Hochtemperaturkühlkreislauf.

20

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Wärmeübertrager als wenigstens zweistufiger Wärmetauscher zum Einsatz in Land-, Luft- oder Wasserfahrzeugen, insbesondere zur Abgaskühlung für einen Verbrennungsmotor verwendet wird.

25

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren.

Darin zeigen:

30

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Wärmetauschevorrichtung mit übereinander angeordneten Scheibenstapeln als Strömungsbaugruppen;

35

Fig. 2 eine perspektivische Teilexplosionsansicht des zweistufigen Wärmetauschers gemäß Fig. 1;

- 10 -

Fig. 3 eine obere Längsschnittansicht zweier Scheibentypen für eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung;

5 Fig. 4 eine obere Längsschnittansicht zweier Scheibentypen für ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung;

10 Fig. 5 eine obere Längsschnittansicht zweier Scheibentypen für ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung;

Fig. 6 eine perspektivische Durchsicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung mit übereinander angeordneten Strömungsbaugruppen;

15 Fig. 7 eine perspektivische Durchsicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung mit nebeneinander angeordneten Strömungsbaugruppen;

20 Fig. 8 eine perspektivische Durchsicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung mit übereinander angeordneten Strömungsbaugruppen für ein gasförmiges Fluid 2;

25 Fig. 9 eine perspektivische Durchsicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung mit übereinander angeordneten Strömungsbaugruppen und alternativer Anordnung einer Abflusseinrichtung.

30 Fig. 10 eine perspektivische Durchsicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung mit nebeneinander angeordneten Strömungsbaugruppen und gemeinsamer Fluidabflusseinrichtung;

Fig. 11 zwei Draufsichten von weiteren Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Wärmetauschvorrichtung;

35 Fig. 12 einen Kühlkreislauf, in den der Wärmetauscher gemäß Fig. 10 integriert wurde.

Ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun in Bezug auf die Figuren 1 und 2 beschrieben. Diese Figuren zeigen einen schematischen Schnitt durch einen zweistufigen Wärmetauscher, dessen Strömungselemente  
5 Scheiben sind, und dessen Wärmetausch- oder Strömungsbaugruppen durch übereinander angeordnete Scheibenstapel mit einer dazwischen angeordneten Hohl-  
scheibe gebildet werden beziehungsweise eine perspektivische Teilexplosionsansicht des gleichen Wärmetauschers.

10 Hierbei fließt in Fig. 1 das Fluid 1 links oben über die Zuflusseinrichtung 10 durch die Abdeckung 5 in die Strömungsbaugruppe 120 und tritt zunächst durch eine zweite Öffnung 100 mit Ausprägung durch die oberste Scheibe 22 in die oberste Scheibe 12 als Strömungselement für Fluid 1. Von dort bieten  
15 sich dem Fluid 1 zwei mögliche Strömungsrichtungen, nämlich einerseits im wesentlichen diagonal über die oberste Scheibe 12 zur in Fig. 2 dargestellten ersten Öffnung 102, wobei entlang dieses Wegs ein Wärmeaustausch mit dem die darüber- beziehungsweise darunterliegenden Scheiben 22 durchströmenden Fluid 2 erfolgt.

20 Anschließend gelangt Fluid 1 durch die erste Öffnung 102 durch eine korrespondierende Ausprägung in der wiederum von Fluid 2 durchströmten darunterliegenden Scheibe 22 in die nachfolgenden Scheiben 12. Andererseits erlaubt auch die in Fig. 2 dargestellte erste Öffnung 101 den Durchtritt durch die darunterliegende Scheibe 22 zu den nachfolgenden Scheiben 12. Jedoch  
25 wird ein unmittelbarer Strömungsweg für Fluid 1 direkt durch die ersten und zweiten Öffnungen der Scheiben beider Strömungsbaugruppen von der Zuflusseinrichtung 10 zur Abflusseinrichtung 11, ohne dass das Fluid 1 über die Scheiben 12 der unteren Strömungsbaugruppe 130 strömen müsste, über die Trennwand 71 blockiert.

30 Von der untersten Scheibe 12 der oberen Strömungsbaugruppe 120 schließlich strömt Fluid 1 durch eine entsprechende Ausprägung in der Blindscheibe 7 in die hierdurch zu Strömungsbaugruppe 120 bezüglich Fluid 1 in Reihe geschaltete Strömungsbaugruppe 130, welche eine zweite Wärme-  
35 tauschstufe bildet, durch deren Scheiben 12 sich analoge Strömungswege

zwischen den von Fluid 3 durchströmten Scheiben 32 ergeben, was nun einen Wärmeaustausch zwischen den Fluiden 1 und 3 erlaubt.

5 Die Trennwände 72 und 73 sowie 74 und 75 trennen die Scheiben 22 als wesentlichem Teil der Strömungseinrichtung von Fluid 2 von den Scheiben 32 als wesentlichem Teil der Strömungseinrichtung von Fluid 3. Schließlich tritt Fluid 1 durch den Boden 6 und die Abflusseinrichtung 11 aus dem zweistufigen Wärmetauscher 9 aus.

10 Auf analoge Weise durchströmen Fluid 2 die Scheiben 22 der oberen Strömungsbaugruppe 120 beziehungsweise Fluid 3 die Scheiben 32 der unteren Strömungsbaugruppe 130, wobei die den Zuflusseinrichtungen 20 und 30 entsprechenden Abflusseinrichtung 21 beziehungsweise 31 für Fluid 2 beziehungsweise 3 jeweils auf der gleichen Seite angeordnet sind, d.h. für Fluid 2 oben und für Fluid 3 unten.

15 Die fluidleere Blindscheibe 7 erlaubt zum einen eine thermische Isolation der sich bevorzugt auf unterschiedlichem Temperaturniveau befindlichen Strömungsbaugruppen 120 und 130, zum anderen dient sie zur Überprüfung der Dichtigkeit und Vermeidung, dass sich im Betrieb unbemerkt Fluid 3 und 2 bei auftretender Undichtigkeit in beiden Strömungseinrichtungen beziehungsweise Fluidkreisläufen vermischen. Die Blindscheibe 7 ist von allen Seiten verschlossen und weist an einer Seite ihres Randstegs eine kleine Öffnung 8 nach außen auf. Im Falle einer Undichtigkeit kann das jeweilige Fluid durch diese Öffnung nach außen strömen und dringt nicht in eine andere Strömungseinrichtung ein.

20 Zwischen den Scheiben 12, 22 und 32 können turbulenz erzeugende Rippen oder Elemente eingelegt werden und/oder aber die Scheiben weisen selbst eingeprägte Rippen, Stege und/oder Noppen auf (hier nicht dargestellt). Durch Verlöten der Erhebungen in Form der Einlagen oder Einprägungen von Scheibe zu Scheibe wird eine vorgegebene Druckfestigkeit erreicht.

30 In Fig. 3 ist eine obere Längsschnittansicht der zwei Scheibentypen für einen zweistufigen aus Scheiben gebildeten Wärmetauscher dargestellt, bei dem

35

- 13 -

die Trennung von zwei Fluiden innerhalb des ersten Scheibentyps 15 mittels zweier paralleler Stege 77 erfolgt, wobei jeweils zwei kleinere erste Öffnungen 121, 122 sowie 131, 132 zum Ein- beziehungsweise Auslass für Fluid 2 und 3 vorgesehen sind. Ferner weist der erste Scheibentyp 15 zwei größere zweite Öffnungen 113 und 114 mit umlaufender Ausprägung als Durchtrittsöffnung für Fluid 1 auf.

Der zweite Scheibentyp 25 weist demgegenüber jeweils zwei kleinere zweite Öffnungen 123 und 124 sowie 133 und 134 mit umlaufender Ausprägung zum Durchtritt von Fluid 2 beziehungsweise 3 durch den zweiten Scheibentyp 25 auf sowie zwei größere erste Öffnungen 111 und 112 zum Ein- beziehungsweise Auslass für Fluid 1 in den beziehungsweise aus dem zweiten Scheibentyp 25.

In Fig. 4 ist eine weitere Variante der zwei Scheibentypen für einen zweistufigen aus Scheiben gebildeten Wärmetauscher dargestellt, bei der Fluid 2 und 3 über getrennte Fluidzuflusseinrichtungen zugeführt werden. Einlass und Durchtritt von Fluid 2 beziehungsweise 3 in beziehungsweise durch den ersten Scheibentyp 17 erfolgt über zwei kleinere dritte Öffnungen 126 und 136 mit unterbrochener umlaufender Ausprägung. Den Durchtritt von Fluid 2 beziehungsweise 3 durch den zweiten Scheibentyp 27 erlauben zwei kleinere zweite Öffnungen 125 und 135 mit umlaufender Ausprägung. Innerhalb des ersten Scheibentyps 17 werden Fluid 2 und 3 gemischt und über eine zusätzliche größere erste Öffnung 1231 abgeführt.

Den Durchtritt der Mischung von Fluid 2 und 3 durch den zweiten Scheibentyp 27 erlaubt eine darin befindliche zusätzliche größere zweite Öffnung 1232 mit umlaufender Ausprägung. Vorzugweise handelt es sich bei Fluid 2 und 3 um ein Fluid, das aber an den Fluidzuflusseinrichtungen unterschiedliche Temperaturniveaus aufweist. Wegen der Mischung der Fluide entfällt bei dieser Ausführungsform die Trennung der Strömungseinrichtungen über die Stege 77 gemäß Fig. 3. Kennzeichnend für diese Ausführungsform ist, dass das Fluid 2 mit dem Fluid 1 im Gleichstrom und das Fluid 3 mit dem Fluid 1 im Gegenstrom Wärme übertragen.

Fig. 5 stellt eine obere Längsschnittansicht der zwei Scheibentypen für einen zweistufigen aus Scheiben gebildeten Wärmetauscher gemäß Fig. 3 dar, wobei im zweiten Scheibentyp 26 eine zusätzliche größere erste Öffnung 141 zum Einlass eines vorzugsweise Fluid 1 entsprechenden Fluids 4 in den zweiten Scheibentyp 26 vorgesehen ist. Bevorzugt befindet sich Fluid 4 auf einem anderen Temperaturniveau als Fluid 1 und/oder aber es kann ebenfalls beispielsweise korrosionshemmende Zusatzstoffe enthalten.

Fig. 6 zeigt eine perspektivische Durchsicht eines zweistufigen Wärmetauschers, dessen Strömungselemente aus Flachrohren 40 sowie aus dazwischenliegenden Hohlräumen 50 gebildet werden, wobei die erfindungsgemäßen Strömungsbaugruppen für Fluid 1 und 2 beziehungsweise Fluid 1 und 3 übereinander angeordnet sind und Ein- und Auslass des zu temperierenden Fluids 1 auf der gleichen Seite erfolgt. Zwischen den Flachrohren sind oberflächenvergrößernde Kühlrippen 99 angedeutet, die zu einer Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten zwischen Fluid 1 und 2 beitragen. Durch Verlöten der Kühlrippen 99 von Flachrohr zu Flachrohr wird die Druckfestigkeit erhöht.

In Fig. 7 ist eine perspektivische Durchsicht eines zweistufigen Wärmetauschers dargestellt, dessen Strömungselemente aus Flachrohren 41 sowie aus dazwischenliegenden Hohlräumen 51 gebildet werden, wobei die erfindungsgemäßen Strömungsbaugruppen für Fluid 1 und 2 beziehungsweise Fluid 1 und 3 nebeneinander angeordnet sind und Ein- und Auslass des zu temperierenden Fluids 1 auf gegenüberliegenden Seiten erfolgt.

Fig. 8 zeigt eine perspektivische Durchsicht eines zweistufigen Wärmetauschers, dessen Strömungselemente aus Flachrohren sowie aus dazwischenliegenden Hohlräumen gebildet werden, wobei die erfindungsgemäßen Strömungsbaugruppen für Fluid 1 und 2 beziehungsweise Fluid 1 und 3 übereinander entsprechend Fig. 5 angeordnet sind, wobei aber aufgrund eines gasförmigen Fluids 2, vorzugsweise Umgebungsluft auf eine Zu- und Abführung sowie eine Einhausung der Strömungsbaugruppe Fluid 1 und 2 verzichtet werden kann. Die Strömungsrichtung des Fluids 2 wird durch den neben dem entsprechenden Bezugszeichen dargestellten Pfeil angedeutet.

In Fig. 9 ist eine perspektivische Durchsicht eines zweistufigen Wärmetauschers gemäß Fig. 5 dargestellt, wobei je nach durch die gestrichelte Abflusströmungsrichtung von Fluid 1 angedeutete alternative Anordnung der Abflusseinrichtung für Fluid 1 auf der gleichen beziehungsweise der gegenüberliegenden Seite bezüglich des Zuflusses von Fluid 1, die zweite Wärmeaustauschstufe in Form der Strömungsbaugruppe für Fluid 1 und 3 genutzt beziehungsweise auf diese verzichtet wird.

In Fig. 10 ist eine perspektivische Durchsicht eines zweistufigen Wärmetauschers gemäß Fig. 7 dargestellt, wobei mehr Flachrohre zum Einsatz kommen als in Fig. 7. Kennzeichnend für dieses Ausführungsbeispiel ist, dass es sich bei Fluid 2 und 3 um ein Fluid handelt, analog zu Fig. 4. In diesem Ausführungsbeispiel strömen Fluid 2 und 3 mit unterschiedlichen Massenströmen und Temperaturen in den Wärmetauscher ein. Im wesentlichen in der gemeinsamen Fluidsammleinrichtung von Fluid 2 und 3 mischen sich beide Fluide und strömen gemischt über die gemeinsame Fluidabflusseinrichtung ab. Zusätzlich zeigt Fig. 10 eine Draufsicht auf dieses Ausführungsbeispiel, welche verdeutlicht, dass die Strömungsbaugruppe mit den Fluiden 1 und 3 vorwiegend im Gleichstrom, die Strömungsbaugruppe mit den Fluiden 1 und 2 vorwiegend im Gegenstrom und nicht im vorwiegend im Kreuzstrom gemäß Fig. 7 betrieben wird.

Vorteile weist diese Variante bei der Kühlung von Abgasen auf. In der Hochtemperaturströmungsbaugruppe (HT-Strömungsbaugruppe) mit den Fluiden 1 und 3 gemäß der Draufsichtdarstellung strömt sehr viel Kühlmittel im Gleichstrom zum sehr heißen Abgas durch den Kühler. Durch den Gleichstrom wird ein Sieden des Kühlmittels weitgehend vermieden. In der Niedertemperaturströmungsbaugruppe (NT-Strömungsbaugruppe) mit den Fluiden 1 und 2 strömt ein deutlich geringerer kühler Kühlmittelmassenstrom im Gegenstrom zum schon stark abgekühlten Abgas. Hier kann eine Gegenstromschaltung zugelassen werden, da die Gefahr des Siedens durch die schon erfolgte Abgaskühlung nicht mehr gegeben ist. Die Gegenstromschaltung hat den Vorteil, dass der Wärmetausch zwischen Abgas und Kühlmittel sehr hoch ist und das Abgas stark abgekühlt werden kann.

Fig. 11 zeigt dass, die Lage der Fluidzu- und abflusseinrichtung auch je nach Anwendung so festgelegt werden kann, dass der gesamte Kühler im Gegenstrom (A) oder Gleichstrom (B) durchströmt wird. Dies ist dann möglich, wenn eine Siedegefahr für das oder die Kühlmittel nicht vorliegt.

Fig. 12 zeigt schematisch die Einbindung eines Kühlers 300 gemäß Fig. 10 für den Fall der Abgaskühlung für einen Verbrennungsmotor 400. Dabei sind viele Schaltungen denkbar, vorteilhaft ist, wenn die NT-Strömungsbaugruppe 311 des Kühlers 300 von einem kleinen Massenstrom durchströmt wird, der in einem separaten Niedertemperaturkühler 310 durch Luft auf eine sehr niedrige Temperatur gebracht wird. Dieser kleine Massenstrom wird nach dem Hauptluftkühler 320 vom Hauptstrom abgezweigt und in dem Niedertemperaturkühler 310 abgekühlt. Die HT-Strömungsbaugruppe 321 des zweistufigen Kühlers 300 wird von einem größeren Massenstrom auf höherem Temperaturniveau durchströmt, der direkt von dem dem Hauptluftkühler 320 zuströmenden Kühlmittelmassenstrom abgezweigt wird.

Es ist ebenfalls denkbar, dass der zweistufige Wärmeübertrager einen eigenen Kühlmittelkreislauf besitzt, d.h. keine Einbindung in den eigentlichen Motorkühlkreislauf vorgesehen ist. Auch kann der NT-Kreislauf über eine eigne Pumpe verfügen.



5

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zum Austausch von Wärme mit:

10

- wenigstens drei Strömungseinrichtungen, welche von wenigstens einem strömungsfähigen Medium (Fluid) durchströmt werden;
- für die von im wesentlichen flüssigen Fluiden durchströmten Strömungseinrichtungen jeweils wenigstens einer Fluidzuflusseinrichtung, wenigstens einer Fluidsammel- und/oder verteileinrichtung und wenigstens einer Fluidabflusseinrichtung,

15

**dadurch gekennzeichnet, dass**

20

25

30

- wenigstens zwei Strömungsbaugruppen vorgesehen sind mit wenigstens jeweils zwei Strömungselementen, welche derart angeordnet sind, dass letztere alternierend von verschiedenen Fluiden durchströmt werden,
- die zu wenigstens einer von im wesentlichen flüssigen Fluiden durchströmten Strömungseinrichtung gehörigen Strömungselemente form- und/oder stoff- und/oder kraftschlüssig im wesentlichen gas- und flüssigkeitsdicht mit wenigstens einer Fluidsammel- und/oder -verteileinrichtung verbunden sind,
- die Hauptströmungsrichtungen aller Fluide in den Strömungselementen in zueinander im wesentlichen parallelen Ebenen liegen,
- wenigstens zwei Strömungsbaugruppen direkt form- und/oder stoff- und/oder kraftschlüssig und/oder über Fluidverteileinrichtungen strömungsverbunden wenigstens bezüglich einer Strömungseinrichtung in Reihe geschaltet sind.

- 18 -

2. Vorrichtung, insbesondere nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

5 die Strömungselemente zumindest abschnittsweise von insbesondere, aber nicht ausschließlich, Hohlscheiben, Flachrohren, Platten, Schichten und dergleichen gebildet werden.

3. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

10

**dadurch gekennzeichnet, dass**

wenigstens eine Fluidsammel- und/oder -verteilereinrichtung zumindest abschnittsweise insbesondere, aber nicht ausschließlich von Hohlkörpern und/oder Rohren gebildet werden.

15

4. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

20

wenigstens eine Fluidsammel- und/oder -verteilereinrichtung zumindest zum Teil aus längsseitig angeordneten Öffnungen in den Strömungselementen gebildet werden, wobei eine erste Anzahl einfache Öffnungen Fluidein- und -auslässe zu benachbarten Strömungselementen bilden und wobei um eine zweite Anzahl Öffnungen Dichteinrichtungen angeordnet sind, um im entsprechenden Strömungselement Durchläs-

25

- 19 -

se zu bilden, durch welche hierzu benachbarte Strömungselemente strömungsverbunden sind.

5. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

5

**dadurch gekennzeichnet, dass**

turbulenzerzeugende und/oder -erhöhende Formelemente vorgesehen sind.

10

6. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15

die turbulenzerzeugenden und/oder -erhöhende Formelemente einer Gruppe entnommen sind, welche insbesondere, aber nicht ausschließlich, Rippen, Stege, Noppen, Furchen, Einprägungen oder Ausfräsungen beinhaltet.

20

7. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

25

die turbulenzerzeugenden und/oder -erhöhende Formelemente in wenigstens einem und/oder zwischen wenigstens zwei Strömungselementen angeordnet sind.

- 20 -

8. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

5

das Profil wenigstens eines Strömungselements turbulenz erzeugende und/oder -erhöhende Eigenschaften aufweist.

9. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

10

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15

wenigstens zwei von unterschiedlichen Fluiden durchströmte Strömungselemente längsseitig form- und/oder stoff- und/oder kraftschlüssig verbunden sind.

10. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

20

wenigstens zwei vom gleichen Fluid durchströmte Strömungselemente längsseitig über insbesondere, aber nicht ausschließlich, die dazwischen angeordneten beziehungsweise profileigenen turbulenz erzeugenden und/oder -erhöhenden Formelemente derart verbunden sind, dass der wenigstens eine hierdurch zwischen diesen Strömungselementen entstehende Hohlraum ein Strömungselement für ein anderes Fluid bildet.

25

- 21 -

11. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

5

die Verbindungen zwischen den Strömungselementen einer Gruppe entnommen sind, die Lötverbindungen, Schweißverbindungen oder Klebeverbindungen enthält.

- 10 12. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15

zwischen wenigstens zwei von unterschiedlichen Fluiden durchflossenen Strömungselementen wenigstens ein Dichtelement vorgesehen ist, welches insbesondere, aber nicht ausschließlich, von fluidleeren Hohlelementen, Blindelementen und/oder Trennelementen gebildet wird.

- 20 13. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

25

wenigstens eines der Dichtelemente, zwischen wenigstens zwei Strömungsbaugruppen angeordnet ist.

- 22 -

14. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

5

wenigstens eines der Dichtelemente, insbesondere, aber nicht ausschließlich, ein fluidleeres Hohlelement, eine Dichtigkeitskontrollöffnung aufweist.

10

15. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15

wenigstens eines der Dichtelemente wenigstens einen Dichtigkeits-sensor aufweist, der im Falle eines Fluidaustritts aus einer der Strömungseinrichtungen bewirkt, dass ein physisch wahrnehmbares Signal ausgegeben wird.

20

16. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

25

wenigstens zwei Strömungsbaugruppen in im wesentlichen thermisch isolierender Weise voneinander getrennt sind, insbesondere, aber nicht ausschließlich, durch Hohl- und/oder Trennelemente oder auch eine beabstandete Anordnung.

- 23 -

17. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

5

innerhalb wenigstens eines Strömungselements, Formelemente vorgesehen sind, welche zumindest abschnittsweise die Hauptstromrichtung des im Strömungselement strömenden Fluids ändern.

- 10 18. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15

wenigstens einer Strömungseinrichtung über wenigstens eine weitere Zuflusseinrichtung ein Fluid, insbesondere, aber nicht ausschließlich ein solches, welches dem Fluid in dieser Strömungseinrichtung entspricht, beigemischt wird.

19. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

20

**dadurch gekennzeichnet, dass**

25

die erfindungsgemäße Reihenschaltung von wenigstens zwei Strömungsbaugruppen bezüglich wenigstens einer Strömungseinrichtung derart erfolgt, dass die Temperaturgradienten des Fluids dieser Strömungseinrichtung entlang des Strömungswegs dieses Fluids von der Fluidzuflusseinrichtung zur Fluidabflusseinrichtung dieser Strömungs-

- 24 -

einrichtung jeweils in bezug auf die anderen, die Strömungsbaugruppen der Strömungsbaugruppenreihenschaltung durchströmenden Fluide betragsmäßig im wesentlichen immer kleiner werden.

- 5      20.      Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 10      eine Mischung von Fluiden im Wärmetauscher erfolgt, wobei unterschiedliche Anteile des Gesamtfluids unterschiedliche Strömungselemente durchströmen können.

21.      Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

- 15      **dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Trennung eines Fluids im Wärmetauscher erfolgt, wobei unterschiedliche Anteile des aufgeteilten Fluids unterschiedliche Strömungselemente durchströmen können.

- 20      22.      Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 25      in einzelnen Strömungsbaugruppen die Wärme über Kondensation oder Verdampfung eines Fluids ausgetauscht wird.



- 25 -

23. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

5

die einzelnen Strömungsbaugruppen als Kreuz-, Gegen- oder Gleichstromwärmetauscheinheiten betrieben werden können.

24. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

10

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15

der Wärmeübertrager Teil eines Kühlkreislaufts ist und die einzelnen Strömungsbaugruppen mit dem Fluid eines weiteren Nieder- und/oder Hochtemperaturkühlkreislaufts versorgt werden.

25. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zum Austausch von Wärme, bei welchem:

20

25

- wenigstens drei Strömungseinrichtungen geformt werden, insbesondere, aber nicht ausschließlich, durch Ausstanzung wannenförmiger Metallplatten, welche Strömungselemente bilden, wobei längsseitig Öffnungen ausgestanzt werden, wovon eine erste Anzahl einfache Öffnungen Fluidein- und -auslässe zu benachbarten Strömungselementen bilden und wobei um eine zweite Anzahl Öffnungen Dichteinrichtungen angeordnet sind, insbesondere, aber nicht ausschließlich, an das benachbarte Strömungselement stoff- und/oder form- und/oder kraftschlüssig angrenzende Ausprägungen im entsprechenden Strömungselement, um im entsprechenden Strömungselement

- 26 -

Durchlässe zu bilden, durch welche hierzu benachbarte Strömungselemente strömungsverbunden sind,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 5                   - durch insbesondere, aber nicht ausschließlich Übereinanderstapeln der Strömungselemente wenigstens zwei Strömungsbaugruppen gebildet werden, wobei die Strömungselemente derart anzuordnen sind, dass sie alternierend von verschiedenen Fluiden durchströmt werden,
- 10                  - die Hauptströmungsrichtungen aller Fluide in den Strömungselementen in zueinander im wesentlichen parallelen Ebenen liegen,
- wenigstens zwei Strömungsbaugruppen direkt form- und/oder stoff- und/oder kräftschlüssig und/oder über Fluidverteilrichtungen strömungsverbunden wenigstens bezüglich einer Strömungseinrichtung in Reihe geschaltet werden,
- 15                  - Verbindungen zwischen den Strömungselementen, Fluidzu-, -abfluss-, -verteil- und/oder -sammleinrichtung hergestellt werden, welche einer Gruppe entnommen sind, die Lötverbindungen, Schweißverbindungen oder Klebverbindungen enthält.
- 20
- 26. Verwendung einer Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche als wenigstens zweistufiger Wärmetauscher zum Einsatz in Land-, Luft- oder Wasserfahrzeugen, insbesondere zur Abgaskühlung für einen Verbrennungsmotor.
- 25

1 / 12

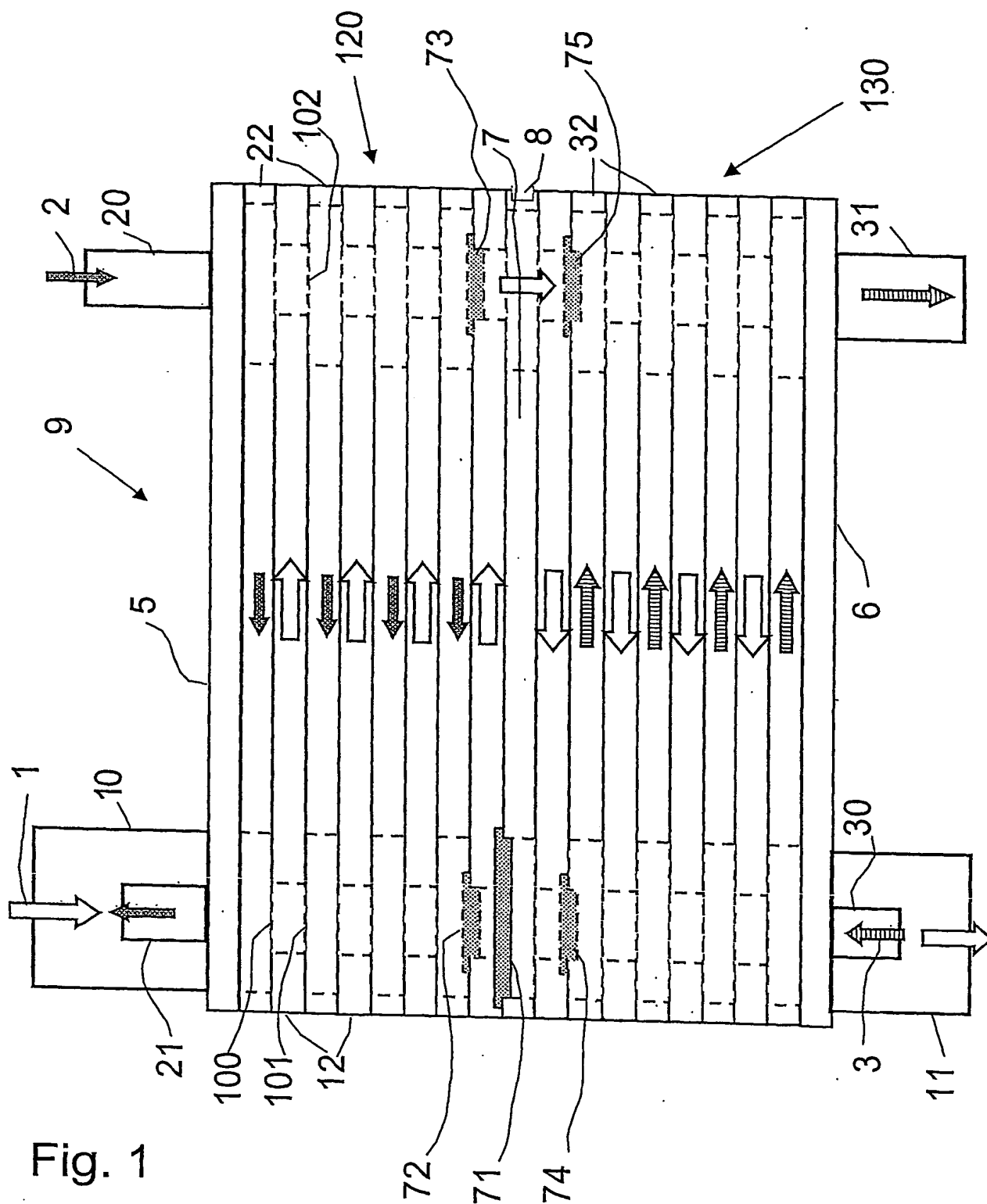


Fig. 1

2 / 12

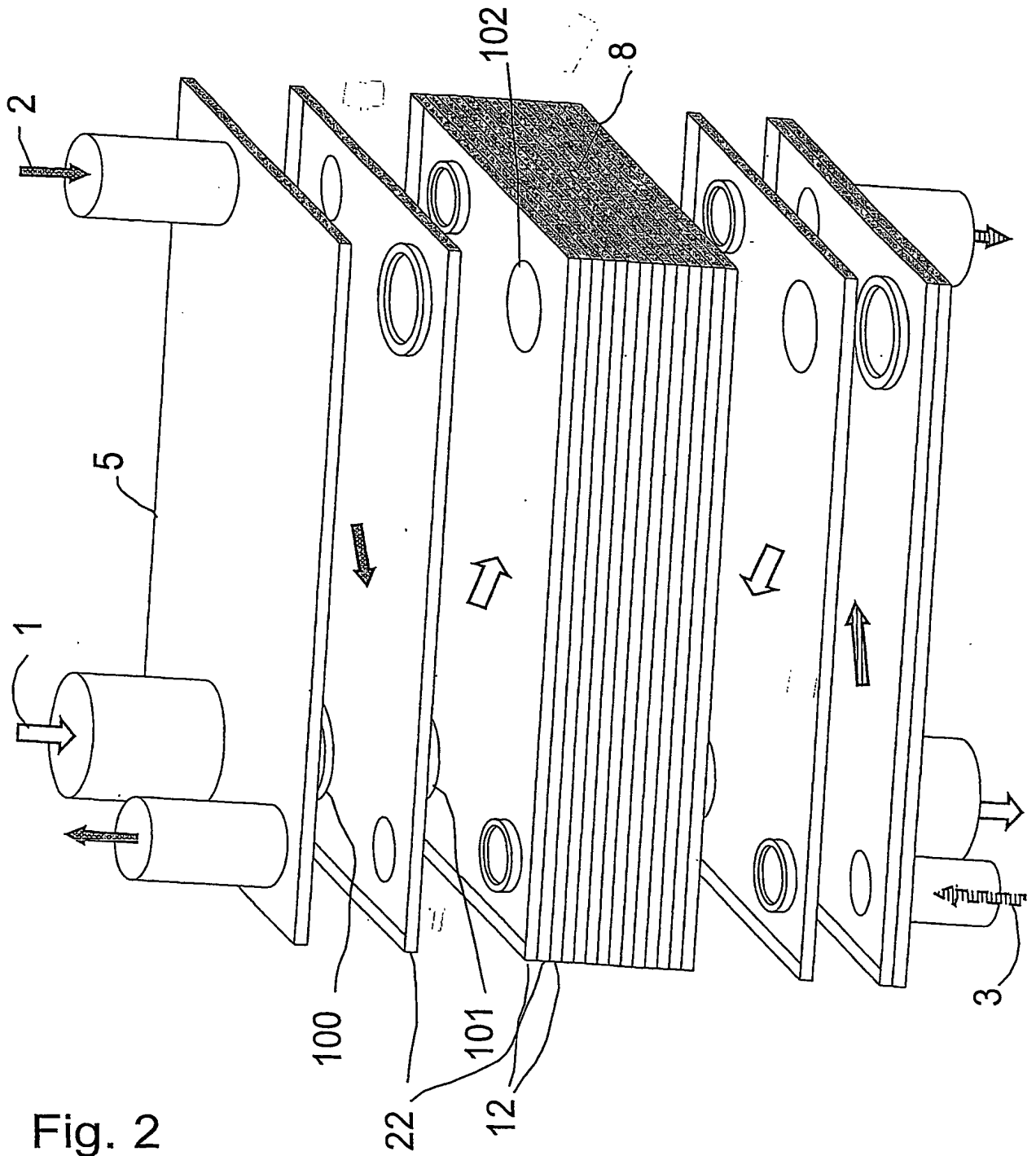
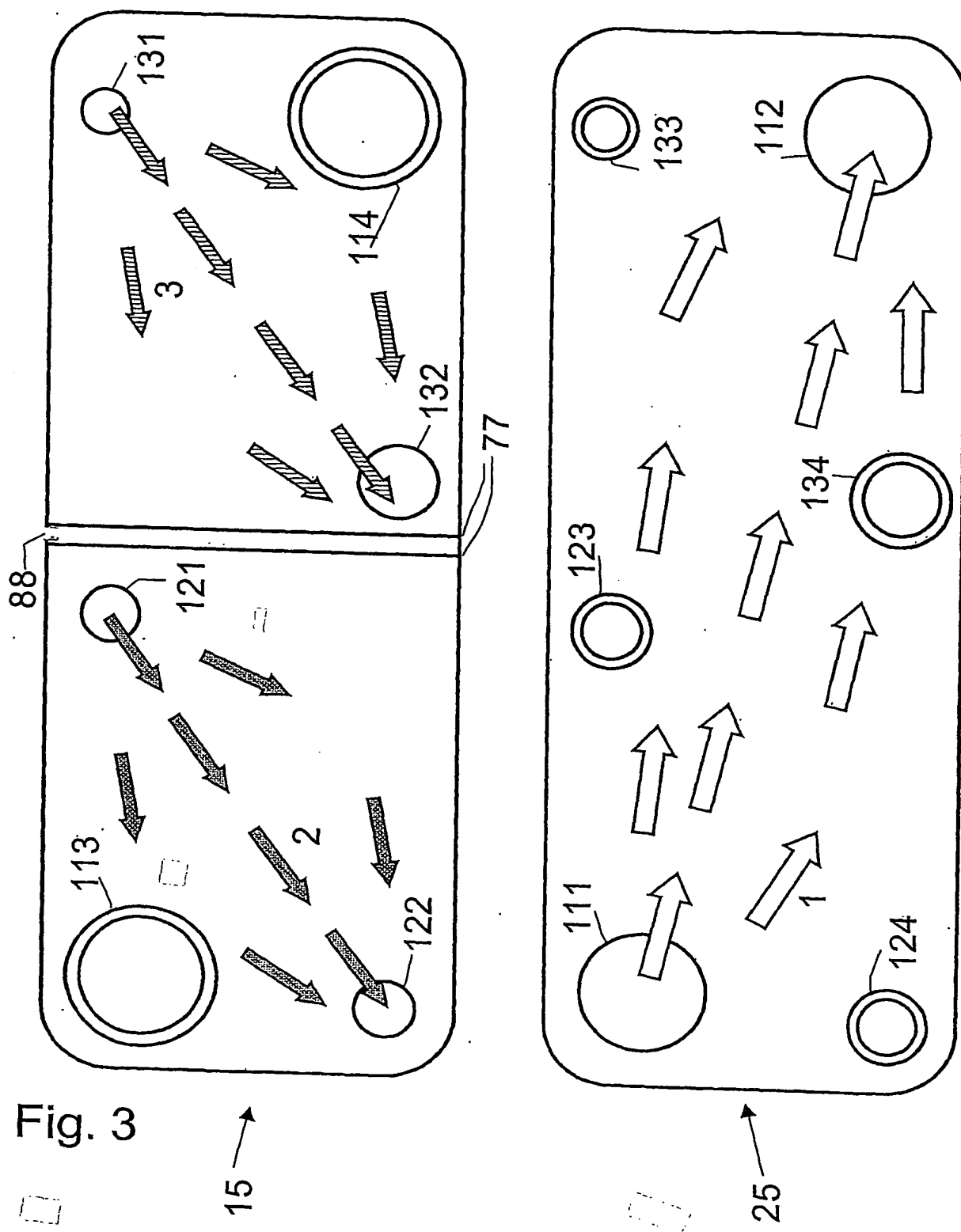


Fig. 2

3 / 12



4 / 12

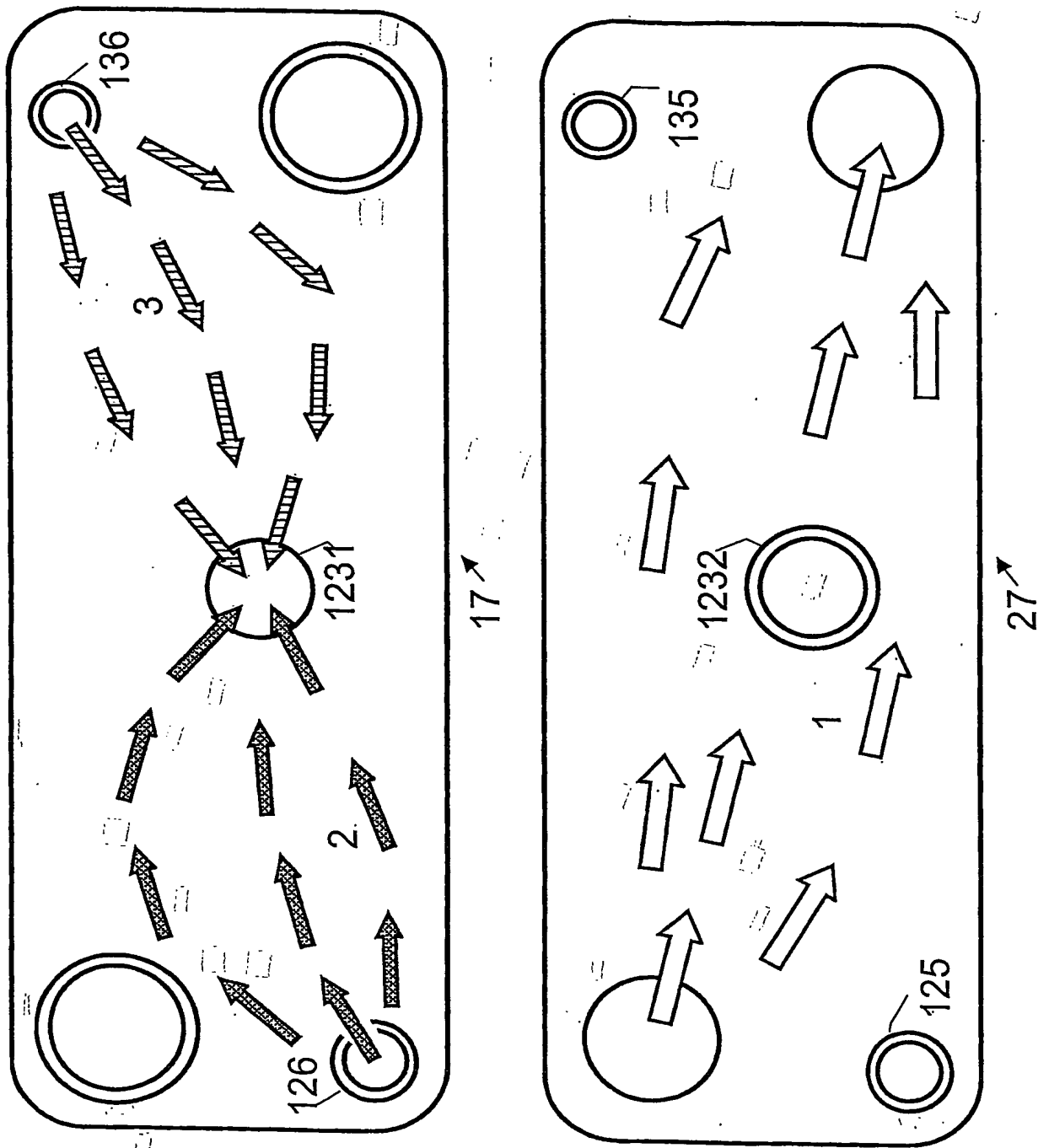


Fig. 4

5 / 12

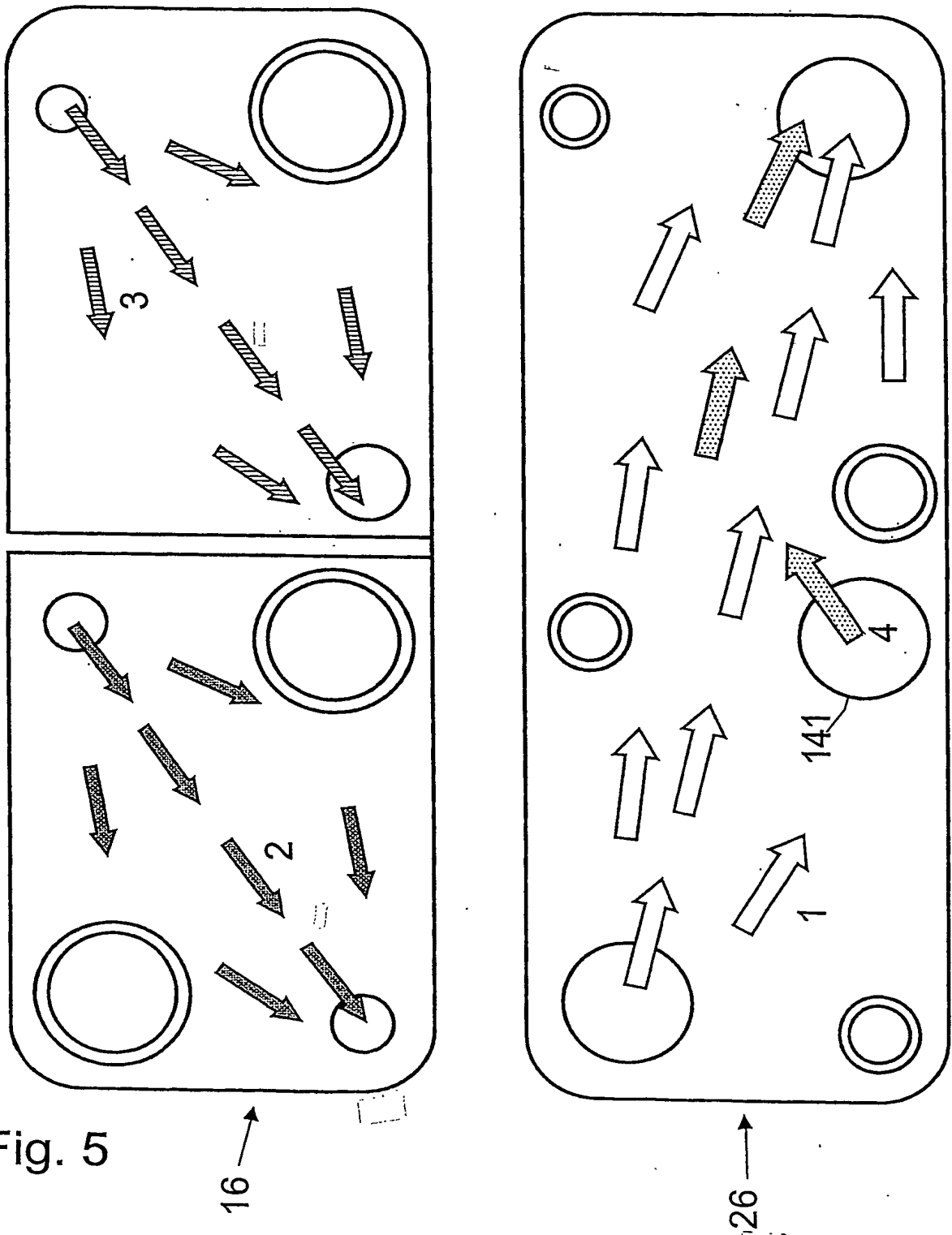


Fig. 5

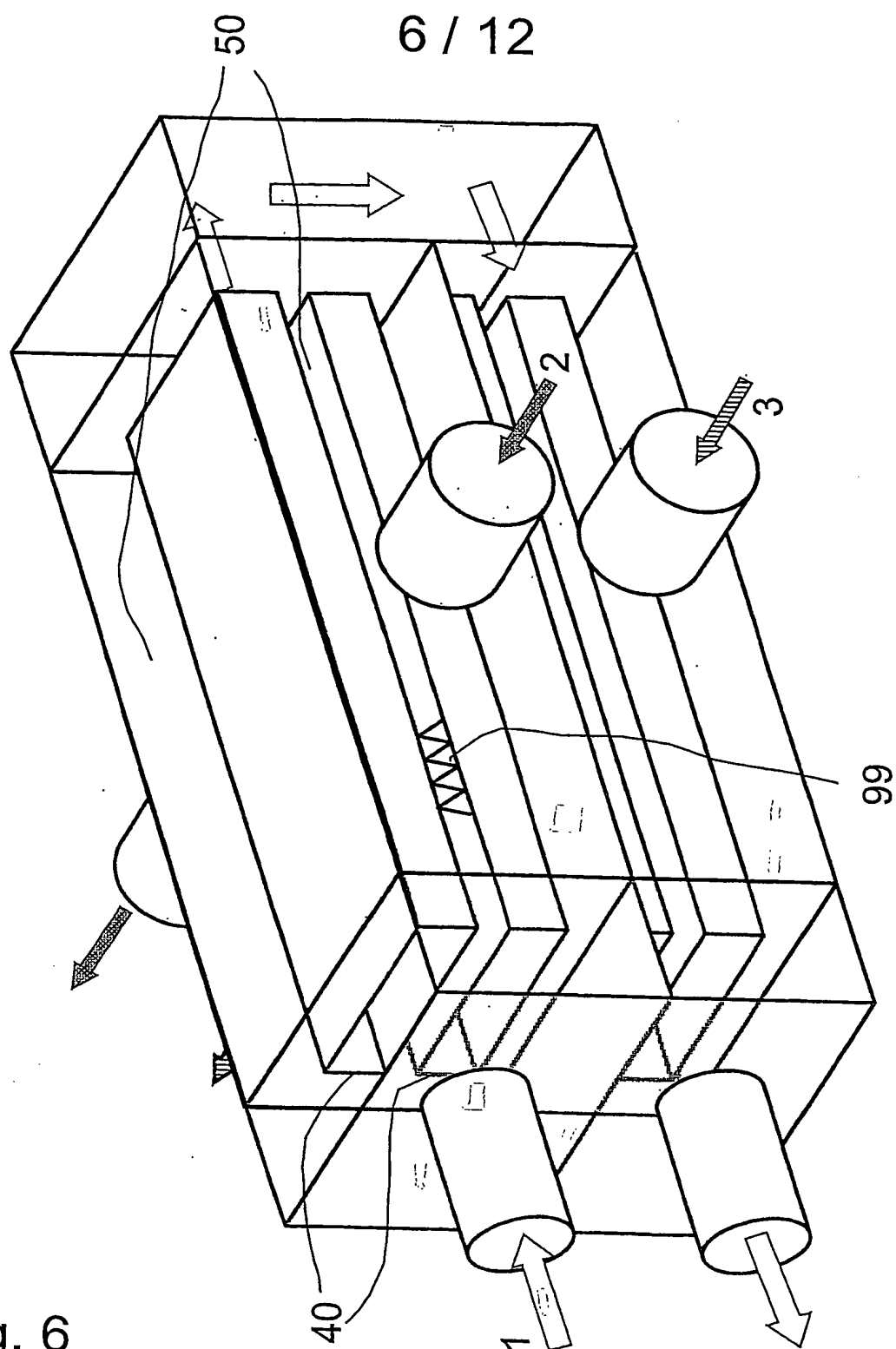


Fig. 6



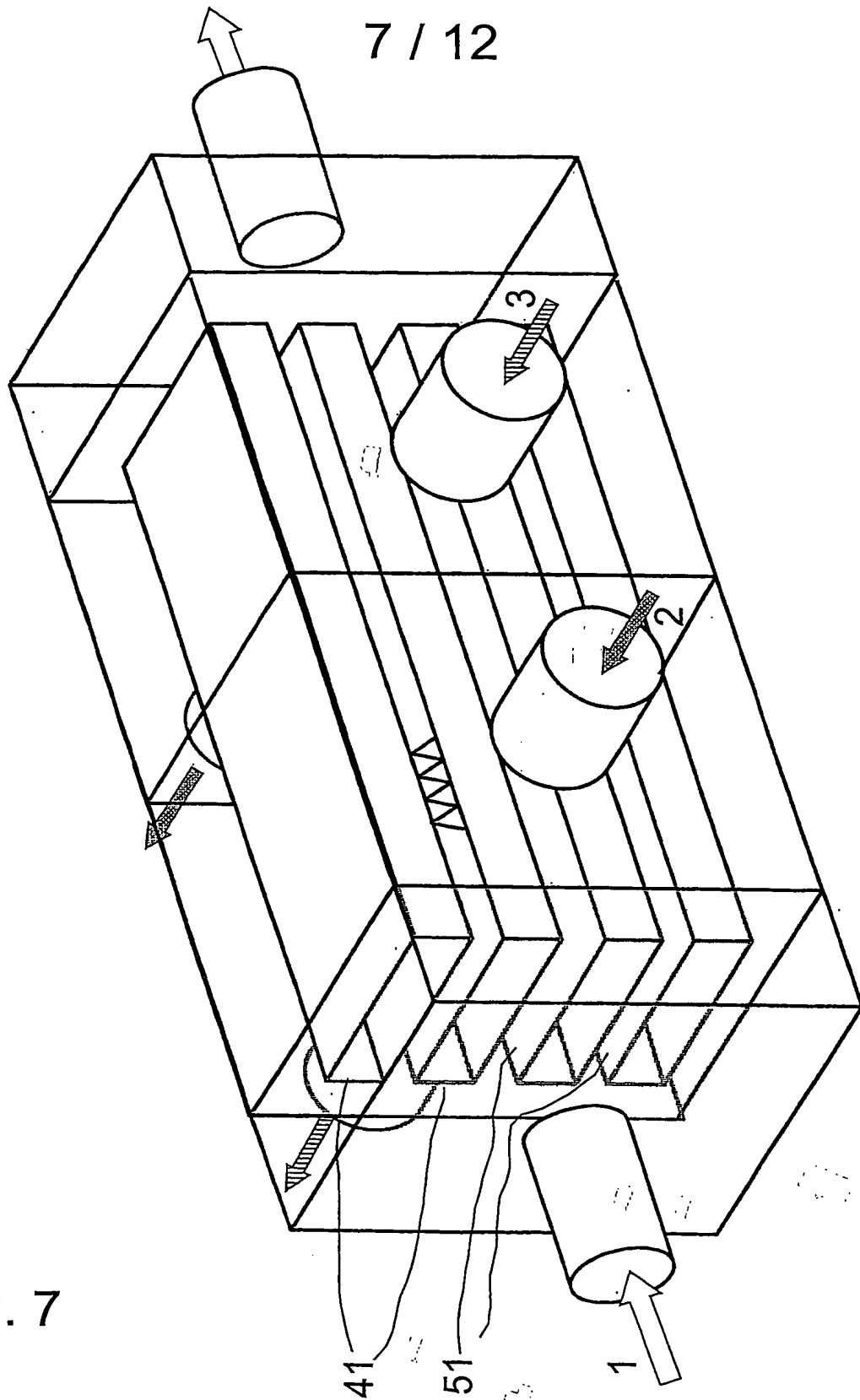


Fig. 7

8 / 12

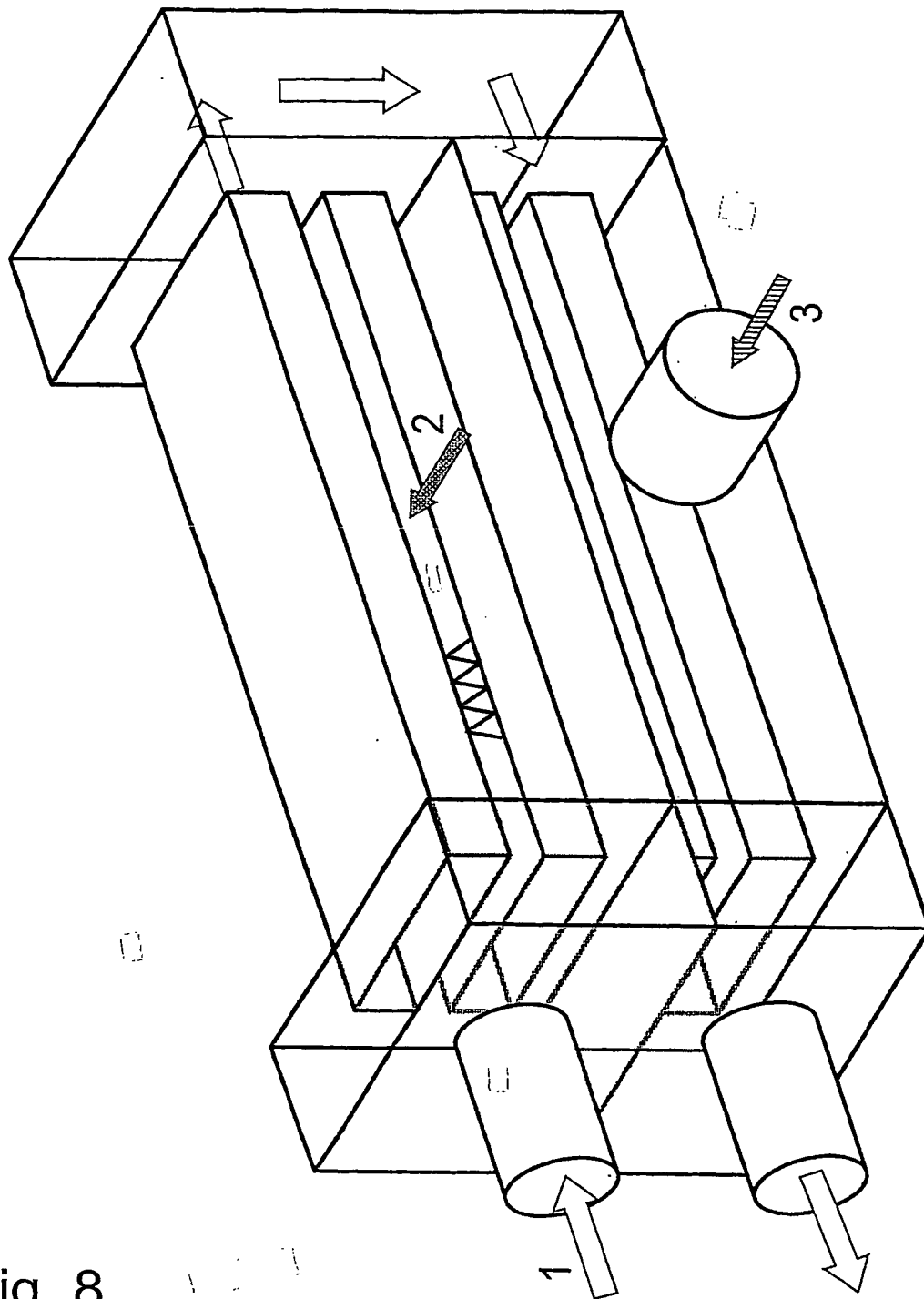


Fig. 8

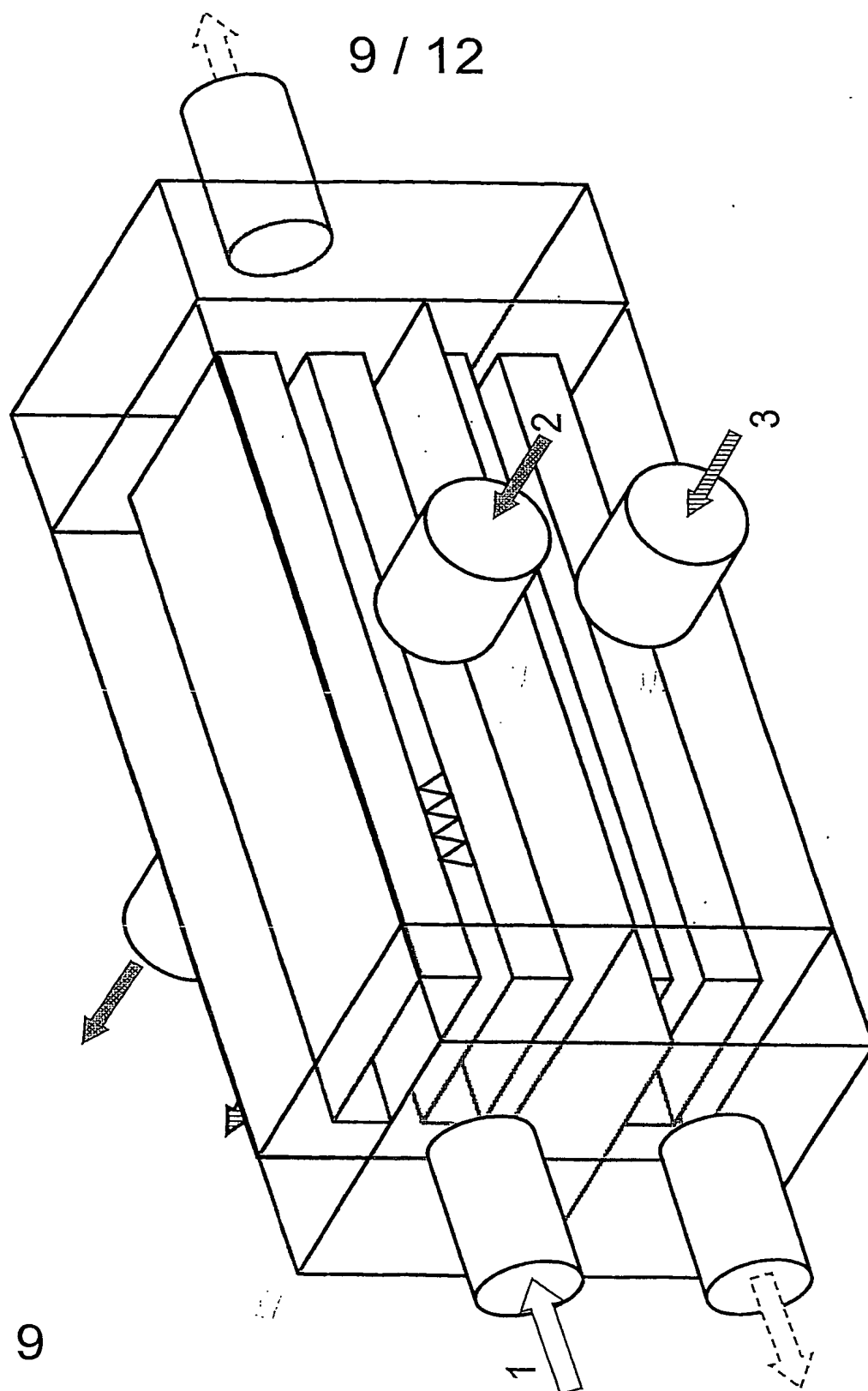
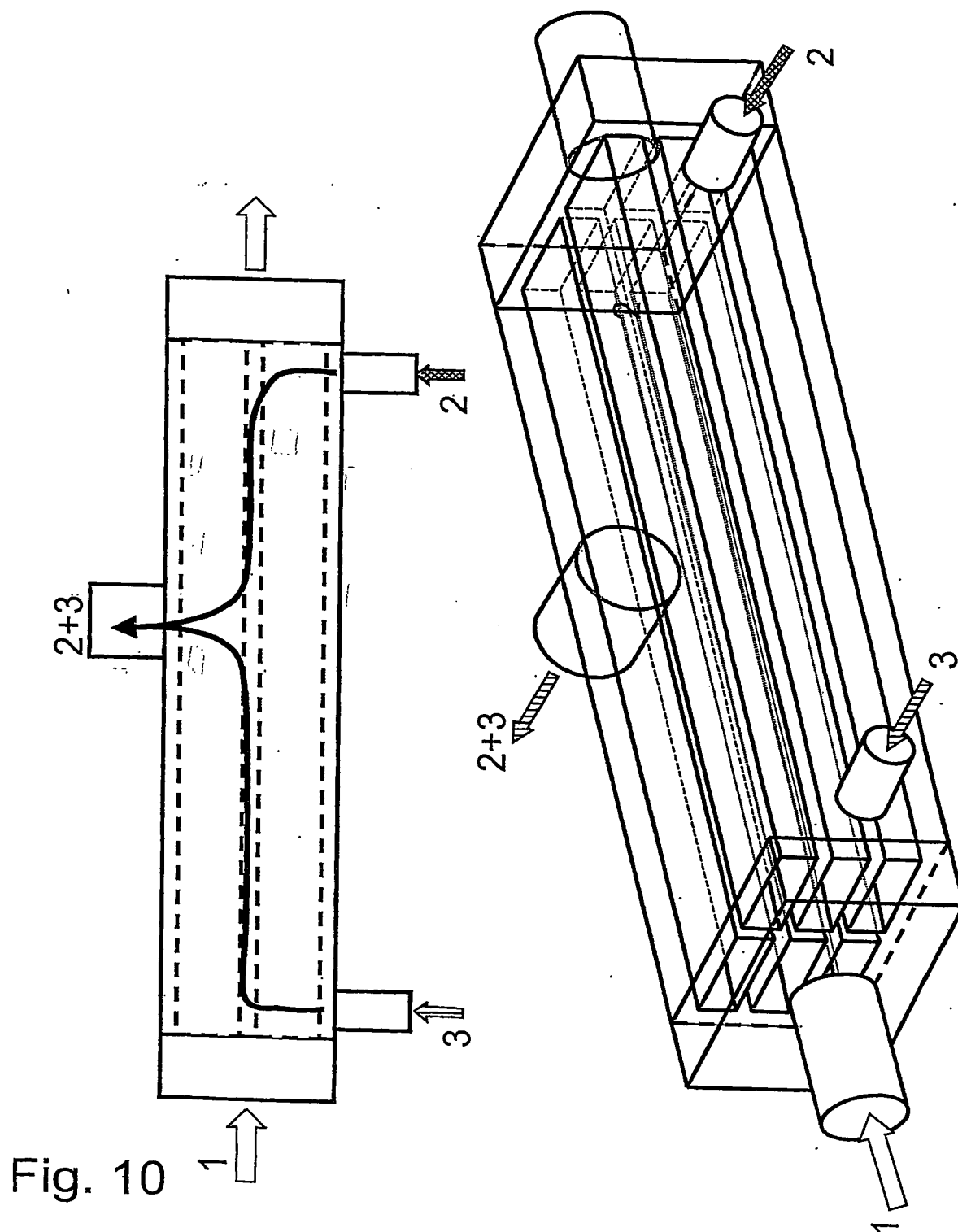


Fig. 9

10 / 12



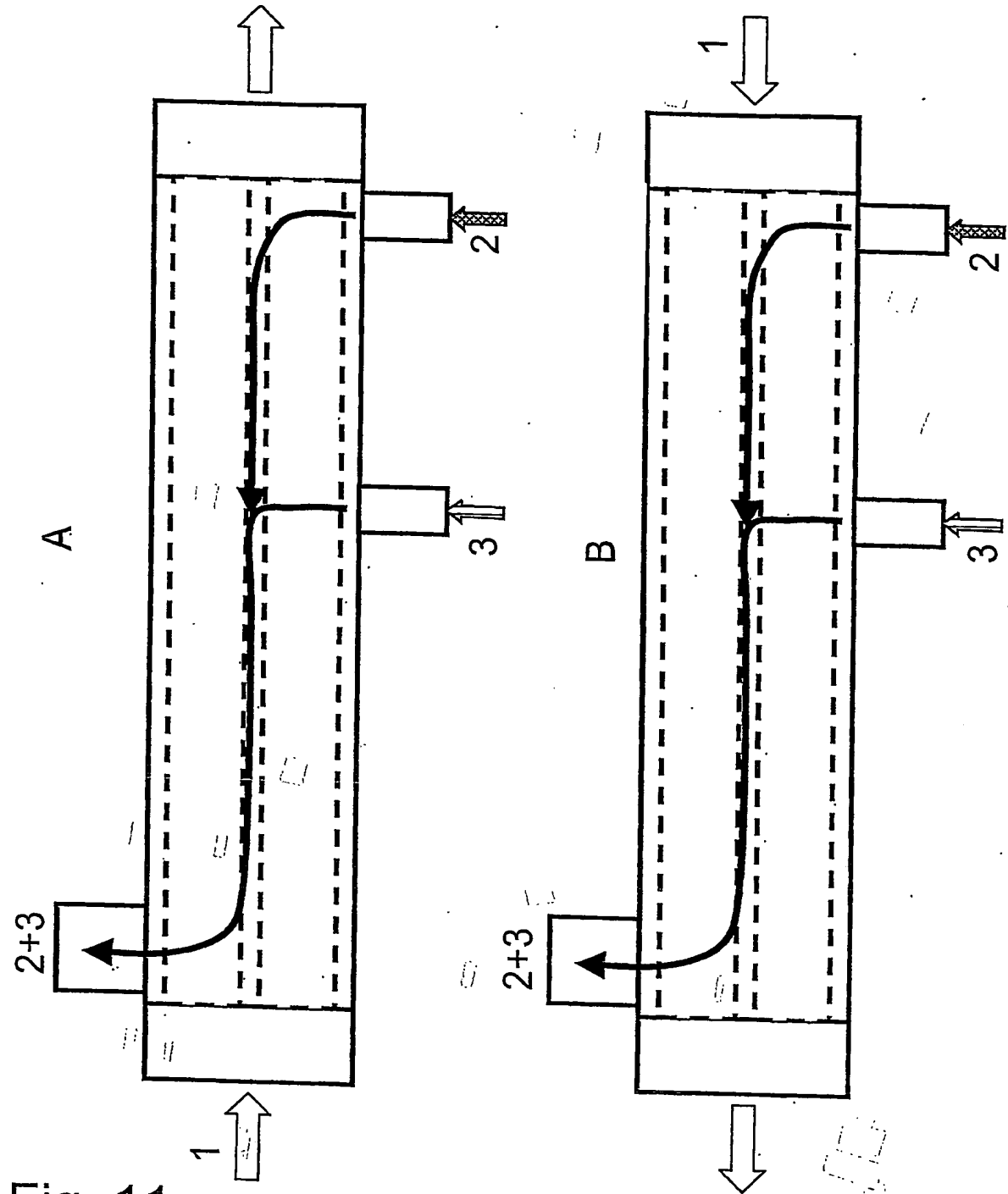


Fig. 11

12 / 12

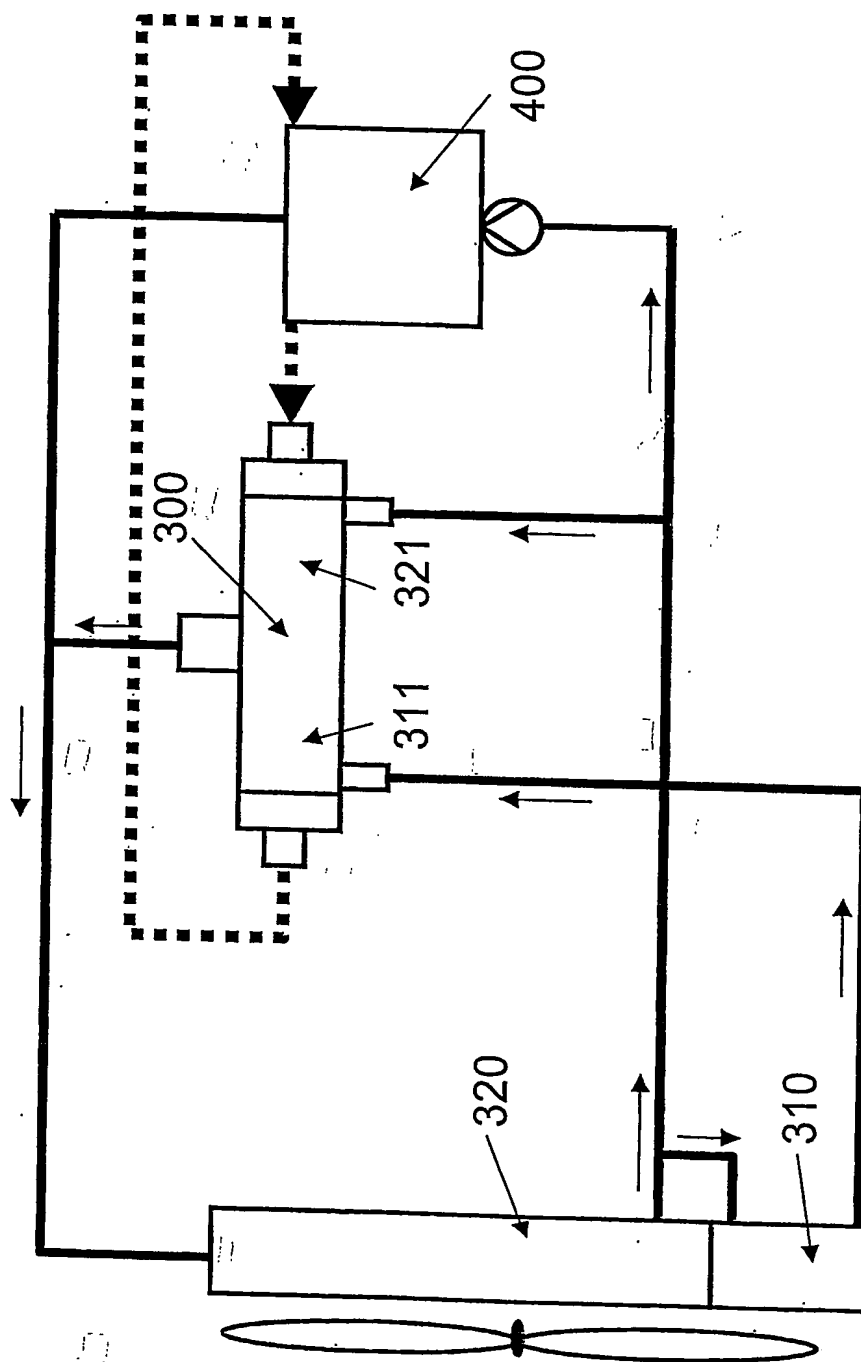


Fig. 12